

استفاده از روش XFE در حل مسائل مکانیک شکست بتن

ابراهیم زمانی بیدختی^۱، حامد علیدوست^۲، مهدی اسدی^۳

۱- دانشجوی دکتری سازه، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک طراحی جامدات، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- کارشناس ارشد سازه، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد

ebrahim.zamani.b@gmail.com

خلاصه

روش اجزای محدود توسعه یافته ($XFEM$) یکی از روش هایی است که حل مسائلی که در آن هندسه عضو به سبب ایجاد ترک در حال تغییر است را بسیار آسان نموده است. این روش می تواند ترک را بوسیله توابعی که به توابع غنی شده ($Enriched Functions$) موسوم اند مدلسازی نموده و نیاز به مش بندی مجدد ناحیه را از بین ببرد. در این مطالعه ابتدا مقدمه ای از تئوری این روش ذکر گردیده و سپس نحوه مدلسازی توسط آن در نرم افزار $Abaqus v6.10$ با حل یک مثال معروف در مکانیک شکست بتن بنام آزمایش تیر سه نقطه ای و چند مسئله کلاسیک معروف مکانیک شکست در صفحات ترک خورده توضیح داده می شود. در انتها پاسخ های بدست آمده از این روش با پاسخ آزمایشگاهی و حل دقیق متناظر با آن مقایسه خواهند شد.

کلمات کلیدی: مکانیک شکست، اجزای محدود توسعه یافته، مود شکست، توابع غنی سازی، تیر سه نقطه ای

۱. مقدمه

در چند دهه گذشته مهمترین روش عددی مورد استفاده در تحلیل مسائل مختلف، از جمله مسائل مرتبط با مکانیک شکست روش المان محدود بوده است. این روش دارای مزیت های بسیاری است که باعث ساده سازی حل بسیاری از مسائل می شود، اما در کنار این مزیت ها معایبی نیز دارد که حل برخی مسائل مانند مسائل مربوط به حوزه مکانیک شکست را مشکل و یا حتی غیر ممکن می سازد. به همین دلیل، نیاز به جایگزینی روش هایی که در اصول اولیه مشابه روش المان محدود بوده اما کامل تر از این روش هستند، بوجود آمد. روش هایی نظیر پارتیشن واحد (PU)، المان محدود تعمیم یافته (GFE) و یا المان محدود گسترش یافته (XFE) نتیجه نیاز برای تولید روش های دقیق تر و کاملتری نسبت به روش المان محدود هستند. روش های فوق در ماهیت کلی مشابه هستند ولی در جزئیات نسبت به هم متفاوت اند که این تفاوت باعث کارآمد تر شدن هر یک از این روش ها در زمینه خاصی شده است.

به علت محدودیت های روش المان محدود در تحلیل مسائل مرتبط با مکانیک شکست، روش المان محدود گسترش یافته (XFE) به وجود آمد. به کمک روش XFE تحلیل ناپیوستگی ها از جمله ترک ها بسیار ساده تر شده است. روش المان محدود برای برخی از کاربردها در زمینه مکانیک شکست، نظیر محاسبه فاکتور شدت تنش و یا نسبت انرژی آزاد شده قابل استفاده است اما در زمینه گسترش ترک با اشکالات اساسی رو به رو است. مهمترین مشکل استفاده از روش المان محدود در بررسی پدیده گسترش ترک، نیاز به مش زنی مجدد مسئله پس از هر مرحله رشد ترک است. این امر باعث پیچیده تر شدن مسئله رشد ترک شده و در برخی موارد نظیر هندسه های پیچیده باعث غیر ممکن شدن حل آن می شود. توانایی تحلیل گسترش ترک به کمک روش المان محدود از نسخه های قدیمی نرم افزار تحلیل گر $Abaqus$ ، وارد این نرم افزار شده است. اما این روش یک اشکال اساسی

¹ دانشجوی دکتری سازه

² دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک طراحی جامدات

³ عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد